

# 小丑鱼幼鱼人工配合饲料初步研究

叶乐<sup>1,2</sup>, 杨其彬<sup>1</sup>, 吴开畅<sup>1</sup> (1. 中国水产科学研究院南海水产研究所热带水产研究开发中心, 海南三亚 572018 2 厦门大学海洋学系 亚热带海洋研究所, 福建厦门 361005)

**摘要** [目的] 研制经济适用的小丑鱼幼鱼人工配合饲料。[方法] 利用自制的 2 种配合饲料和鲜虾肉 (对照组) 投喂全长 2 cm 左右的克氏双锯鱼和白条双锯鱼幼鱼进行 56 d 的养殖试验, 以评价自制配合饲料对小丑鱼生长和色彩的效果。[结果] 结果表明, 不同饲料 (饲料 A 饲料 B 及鲜虾肉) 对 2 种小丑鱼幼鱼生长影响无显著差异, 饲料 B 在饲料 A 的基础上添加了一定量的虾青素, 使用 7~10 d 即具有明显的增色作用, 达到了鲜虾所不能达到的着色效果。饲料 A 和饲料 B 交替使用比使用鲜鱼虾具有明显的优势。[结论] 人工饲料取代鲜活饵料是可行的。  
**关键词** 小丑鱼; 幼鱼; 配合饲料; 虾青素  
**中图分类号** S963 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)08-03555-02

Preliminary Study on Artificial Formulated Feed of Juvenile Anemonefish  
YE Le et al. (Tropical Fisheries R&D Center, South China Sea Fisheries Research Institute, CAFS, Sanya, Hainan 572018)  
Abstract [Objective] The purpose aimed to developing an economic and applicable artificial formulated feed for juvenile anemonefish. [Method] The effect of selfmade formulated feed on the growth and coloration in anemonefishes were evaluated. Two kinds of selfmade formulated feed and shrimp meat (control group) were fed to juvenile *Amphiprion clarkii* and *A. frenatus* (full length about 2 cm) for 56 d. [Result] The results showed that the different feeds (Feed A, Feed B and shrimp meat) had no significant impact on the growth of juvenile *A. clarkii* and *A. frenatus*. Comparing to Feed A and shrimp meat, Feed B (add a certain amount of astaxanthin at the basis of Feed A) had obvious hyperchromic effect on *A. frenatus* after 7~10 d culturing. Therefore, alternating using Feed A and Feed B had obvious more advantages than using fresh shrimp meat. [Conclusion] It is feasible to replace live bait or fresh meat using these kinds of feeds in anemonefishes culturing.  
Key words *Amphiprion*; Juvenile; Artificial formulated feed; Astaxanthin

小丑鱼属于雀鲷科 (Pomacentridae)、海葵鱼亚科 (Amphiprioninae), 本亚科可分成双锯鱼属 (又称海葵鱼属) (Amphiprion) 及棘颊海葵鱼属 (Pomacanthinae), 世界上海葵鱼属有 27 种, 棘颊海葵鱼属仅 1 种, 因此海葵鱼亚科合计 2 属 28 种<sup>[1]</sup>。小丑鱼是热带海水观赏鱼的重要种类之一, 是珊瑚礁中可爱的小精灵, 有美丽的色彩, 且性情温和, 健壮活泼易饲养, 是饲养海水观赏鱼的首选品种。随着海水观赏鱼产业的兴起, 小丑鱼人工培育逐渐被人们所重视。但是, 由于野生捕捞的小丑鱼价格低, 对小丑鱼繁殖产业化冲击较大, 因此, 如何降低成本是小丑鱼繁殖产业者必须面临的问题。在小丑鱼培育过程中, 饲料无疑占据了比较大的份额。目前, 幼鱼在断奶期后, 主要使用鲜鱼虾肉和市售成品鱼饲料投喂。使用鱼虾饵料不仅价格高且污染水质, 市售成品鱼饲料价格昂贵, 也不一定能满足幼鱼的生长需要, 不适宜在产业化中应用, 因此, 研制经济适用的幼鱼人工配合饲料对小丑鱼繁殖产业化具有重要的意义。笔者研制了 2 种幼鱼配合饲料并进行为期 56 d 的养殖试验, 以期对小丑鱼幼鱼饲料研制提供参考。

## 1 材料与方法

**1.1 试验条件** 于 2007 年 9~11 月在中国水产科学研究院南海水产研究所热带水产研究开发中心 (三亚) 进行。试验用小丑鱼为人工繁殖 30~40 d 的幼鱼, 2 个品种, 分别为克氏双锯鱼 (*Amphiprion clarkii*) 和白条双锯鱼 (*A. frenatus*), 挑选健康且大小均匀 (全长 2 cm) 的个体, 于室外遮阳网覆盖下水体为 0.5 m<sup>3</sup> 的圆形玻璃钢桶中进行, 每种小丑鱼均设

试验组 1、试验组 2 和对照组, 分别投喂饲料 A 饲料 B 和冰鲜虾肉, 每组 3 个平行共 18 个试验桶, 每个试验桶用 1 个气石保持连续充气。养殖海水沉淀后经砂滤, 试验期间水温 25~28℃, pH 值 7.8~8.2, DO 保持在 6.0 mg/L 以上。

**1.2 饲料配制** 饲料 A 原料由鲜虾肉、鱿鱼肉、面粉、海藻粉、水产多维及矿物质等组成, 饲料 B 在饲料 A 配方的基础上添加一定量的虾青素。饲料原料匀浆或粉碎后按一定比例混合后搅拌均匀, 制成粒径 0.5~1.0 mm 的颗粒, 晾至半干后于 4℃ 冰箱中保存备用。营养组成为水分 17.90%、粗蛋白 39.75%、粗脂肪 7.30% 和灰分 11.80%。

**1.3 饲养管理** 每天分别在 8:30、11:30、14:30 和 17:30 投喂 4 次, 投喂量根据天气、水温及鱼的摄食情况灵活掌握, 一般投喂至鱼不集群摄食时停止, 每次每养殖桶投喂时间约 5 min。每天吸污 1 次, 流水养殖, 换水量约 100%, 每天检查养殖桶内鱼的活动情况, 若有死亡, 作好记录。每天定时测定水温。试验结束时收集各组试验鱼分别拍照, 进行计数, 并测定鱼体长、体重。

**1.4 结果计算** 试验进行 8 周后对所有虾称重, 增重率 (WG 和特定生长率 (SGR) 的计算公式如下:

$$WG(\%) = 100 \times (W_t - W_0) / W_0$$
$$SGR(\% / d) = 100 \times (\ln W_t - \ln W_0) / t$$

式中,  $W_t$ 、 $W_0$  分别为终末和初始虾体的平均湿重。

**1.5 数据处理** 采用 Excel 软件和 SPSS 3.0 软件对试验数据进行统计学分析, 先对数据进行方差齐性检验后作单因素方差分析 (ANOVA), 组间若有显著差异, 再作 Duncan 多重比较,  $P < 0.05$  表示差异显著。

## 2 结果与分析

**2.1 生长情况** 经过 56 d 的养殖试验, 各试验组间存活率无显著差异 ( $P > 0.05$ ) (表 1), 克氏双锯鱼从 2.0 cm 长到

基金项目 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目 (南海水产研究所) (2007YTD1); 海南省重点科技计划项目 (080130)。  
作者简介 叶乐 (1974—), 男, 广东梅州人, 在读博士, 助理研究员, 从事海洋鱼类生理生态学研究。  
收稿日期 2008-12-29

2.5~4.0 m<sup>3</sup>平均 3.3 m<sup>3</sup>;白条双锯鱼从全长 2.0 m长到 2.3~3.4 m<sup>3</sup>平均 2.9 m<sup>3</sup>。体重增长和特定生长率见表 1。

由表 1可知,单一试验品种间,各试验组和对照组在体重增长和特定生长率方面无显著差异( $P>0.05$ )。

表 1 不同饲料对克氏双锯鱼和白条双锯鱼生长的影响(平均值±SD)

Table 1 Effect of different diet on the growth of juvenile *A. clarkii* and *A. frenatus* (mean±SD)

试验品种 Species	组别 Group	初始体重 // g Initial weight	终末体重 // g Final weight	存活率 // % Survival rate	增重率 // % Increment ratio	特定生长率 // % / d Specific growth ratio
克氏双锯鱼 <i>A. clarkii</i>	A1	0.179±0.004	0.972±0.018	95.0±5.0	442.7±15.1	3.02±0.05
	A2	0.180±0.003	0.981±0.025	98.3±2.9	444.1±19.4	3.02±0.06
	对照组 A	0.182±0.004	0.970±0.036	96.7±5.8	432.9±11.0	2.99±0.04
白条双锯鱼 <i>A. frenatus</i>	B1	0.155±0.006	0.562±0.012	98.3±2.9	264.0±22.5	2.30±0.11
	B2	0.151±0.007	0.573±0.008	95.0±5.0	280.6±16.9	2.39±0.08
	对照组 B	0.151±0.006	0.581±0.020	98.3±2.9	284.4±7.8	2.40±0.04

2.2 色彩 经过对克氏双锯鱼 56 d 的养殖发现, A2 试验组要比 A1 试验组和对照组 A 的鱼体色深一些,说明饲料 B 对克氏双锯鱼黑色素的累积有一定作用,但增色效果并不明显(图 1)。白条双锯鱼养殖试验表明,在试验进行 5 d 时, B2 组的

鱼出现肉眼可以辨别的颜色改变, 7 d 时, 体色开始有较明显变红, 试验 10 d 左右达到鲜红的颜色效果, 15 d 后直至试验结束, B2 试验组的鱼一直保持艳红的体色, 而试验组 1 和对照组一直是黄红色(图 2), 说明饲料 B 具有明显的增红效果。



图 1 不同饲料对克氏双锯鱼幼鱼色彩的影响

Fig 1 Effects of different diets on the color of juvenile *A. clarkii* and *A. frenatus*



图 2 不同饲料对克氏双锯鱼和白条双锯鱼幼鱼色彩的影响

Fig 2 Effect of copration on juvenile *A. clarkii* and *A. frenatus* fed different diet

2.3 幼鱼饲料适口性 小丑鱼幼鱼培育过程中在投活饵料时常常出现过量摄食而撑死的现象,因此,及早投喂合适的人工配合饲料不仅可以节约成本,还可以提高养殖成活率。但饲料适口性与饲料的利用效率和对水质的污染程度密切相关,同时也影响鱼类的生长速率。湿颗粒饲料综合了鲜鱼和硬颗粒饲料的长处,具有适口性好,明显减少残饵对水质污染的优点<sup>[2]</sup>。该试验用配合饲料是半干型颗粒饲料,试验结果表明,适口性很好,没有像硬颗粒饲料时吃了又吐的现象;在水中溶失率低,投喂鲜鱼虾时水体浑浊表层不会浮起一层油膜而污染水质。因此,湿颗粒或半干颗粒饲料是小丑鱼幼鱼比较合适的饲料。

2.4 观赏鱼饲料添加剂 观赏鱼的商品价值,其中一个非常重要的指标在于鱼体的色彩,一旦失去鲜艳的颜色,就会降低其欣赏价值。目前,在饲料中添加类胡萝卜素是养殖鱼类体色调控最常用的手段。类胡萝卜素是鱼体红色素细胞或黄色素细胞的呈色物质之一,各种类胡萝卜素以类胡萝卜素小泡的形式存在其中,使色素细胞呈现黄色至红色。虾青素、万寿菊提取物(叶黄素)、角黄素是目前应用较多的类胡萝卜素。虾青素对虹鳟<sup>[3-4]</sup>、金鱼<sup>[5]</sup>和血鹦鹉<sup>[6]</sup>等有良好的增色效果,使鱼体呈红色。叶黄素可使胡子鲶<sup>[7]</sup>体色明显变黄。另外,螺旋藻<sup>[8]</sup>、红辣椒提取物<sup>[4]</sup>等类胡萝卜素含量较

(下转第 3569 页)

酸,其具有抑制有害细菌繁殖的作用,促进了生长育肥猪的免疫力,因而能够改善猪的生产性能<sup>[19]</sup>。该试验含玉米蛋白粉的试验饲料组中,随着玉米蛋白粉代替鱼粉比例的增加,凡纳滨对虾 LSZ和 SOD活性呈现增高的趋势,由于该试验中玉米蛋白粉使用量相对较低,若再加大玉米蛋白对鱼粉的替代比例,其是否可显著增强凡纳滨对虾的非特异性免疫力还有待于进一步研究。

3.2 玉米蛋白粉对凡纳滨对虾抗病力的影响 攻毒试验能直观地反应出凡纳滨对虾对特定病原的抵抗力。该试验中玉米蛋白粉对凡纳滨对虾的抗病力没有产生不利影响,而且有所改善,与该试验 LSZ和 SOD活性的变化基本一致,即随着饲料中玉米蛋白粉用量的增加,凡纳滨对虾对入侵体内异物的细胞壁的水解能力以及清除自由基的能力并没有减弱,说明其非特异性免疫力没有降低,同样能够保护机体免受弧菌的侵袭。

该试验条件下,凡纳滨对虾饲料中玉米蛋白粉用量达15%(替代25.8%鱼粉)对其LSZ和SOD活性及抗病力没有不利影响。

参考文献

[1] 周歧存,麦森森,刘永坚,等.动植物蛋白源代替鱼粉研究进展[J].水产学报,2005,29(3):404-410

[2] VAN DEN INGH T S G A M, KRUD AHL A O L L I J J et al. Effects of soybean containing diets on the proximal and intestine in Atlantic salmon (Salmon salar), a morphological study[J]. Aquaculture,1991,94:297-305

[3] BURRELL S C, WILLIAMS P D, SOUTHGATE P J et al. Immunological, physiological and pathological responses of rainbow trout to increasing dietary concentrations of soybean protein[J]. Veterinary Immunology and Immunopathology,1999,72:277-288

(上接第3556页)

高的添加剂也能使鱼体取得一定的着色效果。该试验选取了着色效果最好的虾青素作为饲料添加剂,对白条双锯鱼色泽有明显增红作用,很好地解决了人工养殖条件下小丑鱼色彩退化的问题。试验也表明,饲料中添加虾青素对克氏双锯鱼和白条双锯鱼幼鱼的生长并没有显著的影响。饲料B对克氏双锯鱼黑色素的累积虽有一定作用,但增色效果并不明显,这是因为克氏双锯鱼是黑白相间的鱼,而黑色素在体内可以合成。据此,笔者认为,养殖克氏双锯鱼没有必要在饲料中添加虾青素。因此,对于不同颜色的观赏鱼要根据各自着色需要选取合适的添加剂。

3 结论

一般来讲,观赏鱼与食用鱼一样,需要全面而均衡的营养素,不同的是观赏鱼着重于健康与色彩,食用鱼着重于成长速度与饲料效率<sup>[9]</sup>。然而,对于观赏鱼幼鱼饲料来说,则要求更高,需两者兼备,即追求较快生长率的同时维持鲜艳的色彩。试验结果表明,单一试验品种间,各试验组和对照组在体重增长和特定生长率方面无显著差异,说明饲料A取代鲜虾作为小丑鱼幼鱼饲料在生长上是可行的,也达到了鲜虾所能达到的着色效果;而饲料B投喂白条双锯鱼7~10 d后即具有鲜虾所不能达到的增色作用,因此,在生产上,养殖白条双锯鱼时交替

[4] L M Ç, BEAMES R M, EALES J G et al. Nutritive values of low and high fibre canola meals for shrimp (Penaeus vannamei)[J]. Aquaculture Nutrition,1997,3(4):269-279

[5] 李广丽,朱春华,周歧存.不同蛋白质水平的饲料对南美白对虾生长的影响[J].海洋科学,2001,25(4):1-4

[6] AKIYAMA D M, DOMINY W G, LAWRENCE A L. Penaeid shrimp nutrition for the commercial feed industry, revised[M]. New York: American Soybean Association,1991:80-98

[7] DAVIS D A, LAWRENCE A L, Gatlin D M. Response of Penaeus vannamei to dietary CALCIUM, Phosphorus and calcium: Phosphorus ratio[J]. J World Aquacult Soc,1993,24:504-515

[8] 杨奇慧,周歧存.凡纳滨对虾营养需要研究进展[J].饲料研究,2005(6):50-53

[9] 郑国兴,沈亚林,李何.中国对虾病原菌(慢弧菌)的研究[J].水产学报,1990,14(1):1-6

[10] 黄旭雄,周洪琪,蔡生力.虾类免疫系统组成及免疫机理探讨[J].上海水产大学学报,2005,14(3):301-306

[11] 许兵,纪伟尚.中国对虾病原菌及其致病机理的研究[J].海洋学报,1993,1(1):98-106

[12] 杨福利,周洪琪,黄旭雄.不同β-葡聚糖对凡纳滨对虾稚虾生长及非特异免疫功能的影响[J].上海水产大学学报,2005,14(3):263-269

[13] 荣晓花,凌沛学.溶菌酶的研究进展[J].中国生化药物杂志,1999,20(6):319-320

[14] 姚翠鸾,王维娜,王安利.水生动物体内超氧化物歧化酶的研究进展[J].海洋科学,2003,27(10):18-21

[15] 杨严鸥,张艳,潘宙,等.豆粕代替不同水平的鱼粉对黄颡鱼饲料利用、ATP酶活性和免疫功能的影响[J].饲料广角,2006(15):39-41

[16] 徐奇友,李婍,杨萍,等.用大豆分离蛋白和肉骨粉代替鱼粉对虹鳟生产性能和非特异性免疫指标的影响[J].大连水产学院学报,2008,23(1):8-12

[17] CHEW B P. Importance of antioxidant vitamins in immunity and health in animals[J]. Anim Feed Sci Technol,1996,59:103-114

[18] KIM H W, CHEW B P, WONG T S. Dietary lutein stimulates immune response in the canine[J]. Veterinary Immunology and Immunopathology,2000,74(5):315-327

[19] 陈仕培,江培发,曾胜兵,等.玉米蛋白饲料饲喂生长育肥猪效果研究[J].家畜生态,2000,21(2):25-27

使用饲料A和饲料B是比较经济而有效的,推荐首次使用饲料B时间为10 d左右;而养殖克氏双锯鱼只使用饲料A即可。当然,为了人工配合饲料配方更合理更经济,有必要对小丑鱼幼鱼各种营养素需求量作深入的研究。

参考文献

[1] FAUTIN D G, ALLENG R. Anemonefishes and their host sea anemones[M]. Perth: Australia Western Australian Museum,1997

[2] 李贵雄.南方大口鲶湿颗粒饲料饲养试验[J].齐鲁渔业,2008,25(10):57-58

[3] BERN B, MARANNE F, STEPHEN L et al. Bioavailability of all-E, astaxanthin and Z-isomers of astaxanthin in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss)[J]. Aquaculture,1997,157(1/2):63-82

[4] NGLE DE LA MORE G, ARREDONDO-FIGUEROA J L, RONCE-PALAROX J T et al. Comparison of red chilli (Capsicum annuum) oleoresin and astaxanthin on rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) fillet pigmentation[J]. Aquaculture,2006,258(1/4):487-495

[5] 陈晓明,徐学明,金征宇.富含虾青素的法夫酵母对金鱼体色的影响[J].中国水产科学,2004,11(1):70-73

[6] 李小慧,汪学杰,牟希东,等.饲料中添加虾青素对血鸬鹚体色的影响[J].安徽农业科学,2008,36(20):8606-8607,8632

[7] 冷向军,李晓勤,韦友传,等.饲料中添加叶黄素对胡子鲶体色的影响[J].水产学报,2003(27):38-42

[8] 何培民,张饮江,何文辉.螺旋藻对锦鲤生长和体色的影响[J].水产学报,1999(23):162-168

[9] 曾广广,毛华明.观赏鱼的营养与饲料配制[J].饲料广角,2004(15):40-42